MINISTERE DE LA JEUNESSE DE L'EDUCATION NATIONALE
ET DE LA RECHERCHE

ECOLE PRATIQUE DES HAUTES ETUDES

Sciences de la vie et de la terre

MEMOIRE

Présenté par

GILLES Frédéric

Pour l'obtention du diplôme de l'école pratique des hautes études

TITRE : **ETUDE DES DETERMINANTS GENETIQUES DE CARACTERES D'INTÉRÊT AGRONOMIQUE CHEZ L'ABRICOTIER**

Soutenu le : devant le jury suivant :

Pf. PRODON Roger – Président
Pf . BERGOIN Max - Rapporteur
AUDERGON Jean Marc - Examinateur
LEGAVE Jean Michel - Examinateur

Laboratoire de PATHOLOGIE COMPAREE Directeur : Max BERGOIN
E.P.H.E. (Sciences de la vie et la terre)
Bergoin arrobase ensam.inra.fr

Unité de Génétique et Amélioration des Fruits et Légumes Directeur : Patrick ROUSSELLE
I.N.R.A. Domaine St Maurice
BP 84140 Montfavet

ECOLE PRATIQUE DES HAUTES ETUDES
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

ETUDE DES DETERMINANTS GENETIQUES DE CARACTERES D'INTÉRÊT AGRONOMIQUE CHEZ L'ABRICOTIER

GILLES Frédéric

RESUME

L'abricotier (*prunus armeniaca*) est une espèce non excédentaire au niveau européen qui fait l'objet d'une demande croissante des transformateurs. Espèce peu plastique, sensible à des parasites majeurs comme la sharka, l'ECA et les bactérioses, possédant un fruit climactérique, son amélioration ne peut se concevoir que par l'élaboration d'une gamme de variétés (une gamme = 1 cultivar toutes les semaines pendant 45 à 60 jours) adaptée à chacune des zones de culture (3 pour la France). Pour atteindre cet objectif, il est indispensable de s'appuyer sur une bonne connaissance de la variabilité génétique et sur la maîtrise des déterminants génétiques des caractères d'intérêt afin de tirer le meilleur avantage d'une diversité génétique particulièrement large.

De tels travaux ont déjà été engagés sur une espèces fruitière plus simple et moins hétérozygote comme le pêcher. Ils sont été initiés sur abricotier par le laboratoire pour des critères liés à la qualité des fruits ou la résistance à la sharka, ils n'ont cependant jamais été abordés pour des variables d'intérêt agronomique.

L'exploitation fragmentaire des observations recueillies sur les descendances d'un dispositif de croisement (diallèle) intégrant des géniteurs issus des différents phylums que comprend l'espèce, et se voulant représentatifs de sa variabilité nous permet d'apporter les éléments suivants :

- Les caractères d'intérêt agronomique analysés ont un déterminisme génétique de type polygénique et sont indépendants. Les perspectives de progrès génétique par hybridation sont importantes,
- Les caractères liés à l'adaptation climatique des cultivars (type I et II) semblent répondre à des déterminismes plus simples de type mono ou oligogéniques. Une validation devra être effectuée.
- Des effets maternels ont été mis en évidence, ils sont difficilement prévisibles car fonction des parents et des fonds génétiques utilisés. Leur impact est très faible relativement aux effets gamétiques.
- Des variations interannuelles significatives ont été montrées. Leurs interactions avec les effets génétiques imposent la prise en considération de plusieurs cycles d'observation afin de rendre compte de la régularité de production.

L'état physiologique des hybrides revêt une grande importance, les observations effectuées sur la première année de production étant significativement différentes des suivantes, ce qui va à l'encontre d'une sélection très précoce sur les premiers fruits portés.

<u>MOTS CLES</u> : *Prunus armeniaca* – Amélioration – Sélection -

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

L'abricotier (*Prunus armeniaca*) est une espèce non excédentaire au niveau européen, possédant des possibilités de développement du fait d'une offre inférieure à la demande, mais dont les perspectives sont limitées du fait :

- du caractère hautement périssable des fruits à l'approche de la maturité et après récolte,
- de la grande sensibilité des cultivars actuels à des pandémies en cours de développement comme les bactérioses, la sharka et l'Enroulement chlorotique qui obèrent la pérennité des vergers, et limitent les perspectives de développement de l'espèce,
- d'un panel variétal très restreint ce qui limite la période de production et les possibilités de diversification à l'échelle d'une exploitation.

Ces facteurs de fragilité sont en grande partie liés à l'origine de l'espèce et à son évolution dans la mesure où les cultivars aujourd'hui disponibles sont situés au terme des phylum de diversification et de ce fait ont pratiquement perdu toute plasticité donc toute possibilité d'adaptation. D'un point de vue pratique la plupart des variétés cultivées sont incapables de se développer et de produire de manière satisfaisante lorsqu'elles sont déplacées de leur zone d'origine parfois même de quelque dizaines de kilomètres, ce qui est de cas des trois variétés majeures en France « Bergeron » dans la vallée du Rhône, « Orangé de Provence » dans le Nyonsais et « Rouge du Roussillon » dans les Pyrénées Orientales.

Pour faire face à cette situation les professionnels ont demandé à l'INRA d'assurer un travail de création variétale dont l'objectif est d'étoffer la gamme variétale et d'élargir la période de production, en maîtrisant la qualité des fruits et en incorporant des résistances aux parasites majeurs de manière à permettre une régularité de la production.

Les travaux d'amélioration ont été engagés dans le milieu des années 50 par une analyse de la variabilité existante et l'identification de clones sains de bon comportement agronomique (phase de sélection clonale). Ils ont évolué ensuite vers une activité de sélection créatrice par hybridation basée sur des caractères phénotypiques. Au titre de cette activité 12 cultivars ont été sélectionnés, ils ne suffisent pas cependant à atteindre les objectifs des professionnels.

Aujourd'hui une réflexion est engagée au sein du laboratoire afin d'optimiser cet activité de création variétale en se dotant d'outils objectifs d'aide à la sélection (critères et/ou connaissances relatives au déterminisme des caractères).

Le projet sur lequel je travaille s'intègre dans ce contexte, il vise principalement les objectifs suivants :

- l'analyse des données recueillies sur les hybrides selon leurs croisements afin d'apprécier les déterminismes sous-jacents,
- l'évaluation de la stabilité interannuelle des observations recueillies,
- la mesure les degrés de liaison (corrélation) entre critères observés.

L'ensemble de ces éléments est de nature à modifier les procédures actuellement utilisées pour les remplacer par des évaluations plus objectives.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I - BOTANIQUE

- Famille : *Rosacées*

  * Tribu : *Prunées*

* Genre : *Prunus*

(200 espèces regroupées en 5 sous-genres)

- Ovaire supère, style terminal, un seul carpelle, deux ovules.
- Fleur à 5 pétales, 5 sépales, 25 étamines.
- Fruit : drupe à une graine (l'autre ovule avorte).
- Feuilles : alternes, stipulées, simples.

Sous-genre : *prunophora* (selon Rehder)

Caractérisé par l'avortement du bourgeon terminal en fin de croissance ; le relais étant assuré par un bourgeon axillaire sous-jacent : croissance sympodiale ; les fruits présentent un sillon, longitudinal.

Section : *Armeniaca*
Fleurs sessiles, ovaire et fruit pubescents.

Espèce : *Prunus armeniaca,* Linné : abricotier commun.

D'autres espèces voisine appartiennent à cette section (Zigelbaum, 1992) :

Prunus siberica L.; Résistant à –50°C.
Prunus mandchurica Koehne. Résistant à 40°C.
Prunus mume, Sieb. Et Zucc. ; abricot du Japon. Ses petits fruits à chair ferme et acide sont conservés salés et séchés.
Prunus ansu Komar. Cultivé au Japon et en Corée, adapté aux climats maritimes et humides (Géniteur de résistance aux maladies cryptogamiques).
Prunus dasycarpa Petits fruits de 2-3 cm, rouge-violacé, de saveur douceâtre. Espèce hybride entre l'abricotier et le prunier.
Prunus holoserica (Batal.) Kost. abricot du Tibet, résistant au froid et à la sécheresse.

II - ORIGINES

Découvert par les Romains en Arménie lors de leurs expéditions guerrières (de 69 à 63 avant J-C), il fut baptisé par ces derniers « POMME D'ARMENIE », alors que les grecs l'appelaient « POMME D'OR », de cela il tire son nom botanique de *Prunus armeniaca.* Longtemps cette appellation fit remonter à tort l'origine de cette espèce à cette région.

On sait maintenant qu'il est originaire d'une vaste zone comprise entre le Nord Est de la Chine, depuis la ville de Kan-Tchéou, la Mongolie, et l'Uzbékistan, jusqu'à la ville Tachkent (Couranjou,1980).

Au gré des caravanes, il gagna progressivement l'Asie centrale, l'lran , l'Asie Mineure, le Caucase, puis la Syrie.

Il aurait été introduit en France par le roi René d'Anjou (roi de Naples) dans la vallée de la Loire, où il prit son nom d'« ABRICOTIER » vers 1560 (Bretaudeau, 1880).

Les descendants de ces premiers abricotiers, cultivés plus tard en Vaucluse et moyenne Vallée du Rhône, présentent toutes les caractéristiques des abricotiers appartenant au phylum européen (amande douce, autofertilité, faible exigence au greffage).

Les abricotiers de la population « Rouge du Roussillon » cultivés en Roussillon, possèdent eux des caractéristiques du phylum Nord Africain (amandes amères, fortes exigences au greffage). Ce qui tend à prouver que des abricotiers, originaires de ces régions, ont été introduis en France, certainement par les Espagnols ou les Sarrasins, à une époque inconnue aujourd'hui mais peut être antérieure à l'introduction officielle, dans la mesure où Narbonne était occupée par les Sarrasins dès 715, (Herbez et *al*, 1995).

Ceci constituerait pour la France une deuxième source de variabilité, différente de la première, qui pourrait expliquer la variabilité des populations hybrides issues des croisements entre variétés du Roussillon et variétés de la vallée du Rhône.

Globalement, à l'échelle mondiale on distingue aujourd'hui trois grands groupes (Faust et *al*, 1996, Hagen et *al*, 2002) :

- Le phylum Asiatique, le plus proche des origines de l'espèce, très riche, les variétés qui le composent possèdent des caractéristiques très diverses et contrastées, comme les populations de *Prunus mume*, aux

besoins en froid et en chaleur très faibles, et aux fruits acides, ou les populations aux fruit très sucrés, dépourvus d'acidité, à l'épiderme vert clair à maturité, dont les arbres possèdent des besoins en froid et en chaleur très élevés.

- Le phylum Européen, aux besoins en froids généralement élevés, aux fruits assez acides, à la chair orangée, à amande douce, autofertile, peu exigeants au greffage.
- Le phylum Nord Africain, aux besoins en froid plus faibles, aux fruits de saveur plus douce, à la chair claire, à amande amère, autostériles, exigeants au greffage.
- Un sous groupe aux caractéristiques intermédiaires se distingue avec des variétés originaires du nord de la Méditerranée « Rouge du Roussillon », « Bébéco », « Canino », et certaines variétés de la région de Naples en Italie.

Les variétés Nord Américaines sont quant à elles issues pour partie de la rencontre du groupe Jaubert-Foulon (sud-est de la France) avec des populations d'Europe orientale et du moyen orient. Elles présentent des caractéristiques originales et notamment une grande variabilité provenant de l'introduction de matériel d'origines divers : Productions de type spurs, chair très foncée, surimpression très forte, résistance à la sharka, à l'Enroulement Chlorotique de l'Abricotier ; dont on ne retrouve pas les origines sur les continents européens ou asiatiques chez les variétés cultivées déjà caractérisées.

Les variétés cultivées dans l'hémisphère sud sont issues des populations européennes et américaines, elles n'en sont pas génétiquement différentes.

En chine (berceau de l'espèce), il existe des populations totalement originales utilisées à des fins forestières, ornementales, et médicinale (Wang, Y.Z., 2001), inconnues en occident.

III - <u>SITUATION ECONOMIQUE</u>

A – <u>Place de l'abricot dans le monde</u>

La production mondiale dépasse légèrement 2.3 millions de tonnes, dont 1/3 en provenance d'Europe (Ukraine et Russie comprise), 1/3 en provenance du proche orient).

La Turquie, avec 460 milliers de tonnes (20% du volume mondial), est de très loin le premier pays producteur, mais la majeure partie de sa production est destinée au séchage, marché dont elle possède le quasi monopole. Le séchage est par ailleurs l'utilisation la plus répandue au Proche et Moyen Orient.

B – <u>Production européenne</u>

Avec une production moyenne de 550 000 tonnes d'abricot, l'Europe produit un quart de la production mondiale, mais avec 430 000 tonnes elle assure 80% de la production d'abricot frais. Les 20% restant étant produit par la Syrie, le Liban et les USA, en direction respectivement : de l'Arabie Saoudite, du Koweït, et du Canada et du Mexique (CTIFL, 1998).

Bien que globalement stable, depuis une dizaine d'année, cette production évolue de façon sensiblement différente chez les quatre principaux pays producteurs de l'Union Européenne qui sont : l'Espagne, en recul; la France, en très forte progression; l'Italie, en léger repli; et la Grèce dont la production enregistre le recul le plus marqué (eurostat ;1998).

C – <u>Production française</u>

La France a certainement connu la plus forte progression européenne de ces 15 dernières années. Les surfaces cultivées ont progressé de 4 000 ha sur 15 ans pour atteindre aujourd'hui 18 500 ha et intéresse 7000 exploitant, soit 5% des producteurs de fruits français (Moreau-Rio, 2001). Quant au volume de fruits produits, s'il est aujourd'hui de 150 000t commercialisé annuellement en moyenne, il devrait potentiellement atteindre les 200 000 t/an dans les années à venir si le verger ne connaît pas de problèmes sanitaires ou de gel.

Limité au quart sud est du pays, la culture de l'abricotier qui n'intéressait traditionnellement que les départements des Pyrénées Orientales, du Gard et du Vaucluse, est aujourd'hui développée en moyenne vallée du Rhône au point que la région Rhône-Alpes est devenue la première région de production française avec plus de 50% des surfaces cultivées et plus de 50 % des producteurs.

Située dans la partie la plus septentrionale et la plus tardive de la zone de culture, cette production, est assurée principalement par les variétés « Bergeron » et « Polonais », variétés aux fruits de gros calibre appréciés à l'exportation. Elle approvisionne notamment le marché européen où la concurrence n'est plus présente sur cette

période de production.

Cette évolution a permis de rééquilibrer la balance commerciale de l'espèce en dégageant annuellement 200 millions de francs de bénéfice, alors qu'elle était déficitaire il y a seulement 10 ans.

IV - PANEL VARIETAL FRANCAIS

Espèce plastique et largement répandue dans les zones tempérées et semi-tempérées, puisque cultivée du sud du Canada à l'Afrique du sud et au Chili, l'espèce Abricotier est constituée de cultivars aux spectres d'adaptation très étroits qui limitent leur développement à des zones précises (ex : le « Rouge du Roussillon » pour le Roussillon, le « Bulida » pour la région de Murcie).

Une trentaine de variétés d'abricotier sont actuellement cultivées dans les différentes zones de production française, peu plastiques, elles sont en général inféodées à leur zone d'origine. Certaines néanmoins, sont adaptés à 2 ou 3 zones de productions comme « Fantasme » ® Avikour (cov) ou « Tardif de Tain » ®,d'autres, plantées hâtivement à la suite de campagnes promotionnelles efficaces, sont cultivées dans des zones où elles ne sont pas capables d'assurer régulièrement des rendements économiques suffisants. Tel est le cas notamment de variétés d'origine Nord Américaines dont les besoins en froid ne peuvent être satisfait dans les zones de production méridionales (Legave et *al*, 1984) et qui, autostériles, sont parfois difficiles à polliniser.

En fait, le calendrier variétal français est aujourd'hui constitué à 70 % par 4 cultivars, il manque donc de variétés réunissant des caractéristiques commerciales intéressantes et des potentialités agronomiques. Les variétés qui possèdent aujourd'hui les qualités recherchées par le négoce pêchent en général par leur régularité de production insuffisante, et sont trop peu nombreuses pour alimenter le marché, et satisfaire la clientèle.

Ainsi, 60% seulement des foyers consomment de l'abricot contre 87% pour la pêche, 70% d'entre eux se plaignent de l'irrégularité des qualités gustatives des fruits et de leur manque de goût général (Moreau-Rio, 2001).

La consommation de ce fruit intéresse principalement une clientèle âgée, aisée et surtout parisienne.

Les principaux défauts reprochés à l'abricot sont par, ordre de priorité (Moreau-Rio, 2001) :

- une texture farineuse,
- une consistance dure,
- un goût fade.

Les qualités recherchées par les consommateurs sont, par ordre de priorité :

- une saveur douce
- des parfums plus marqués.
- une texture plus juteuse.
- un épiderme plus coloré.
- des fruits de volumes plus important et de forme ronde.

Ces qualités organoleptiques doivent nécessairement être associées à un niveau agronomique suffisant pour qu'une variété soit économiquement cultivable.

Espèce climactérique, les fruits de l'abricotiers ne se conservent pas sur une longue période comme des pommes et doivent être consommés rapidement. Ainsi, pour assurer une alimentation continue des marchés, on doit disposer non pas d'une ou de quelque variétés, mais d'une gamme continue couvrant toute la période de consommation espérée, les maturités des variétés la constituant devant se succéder à un rythme de une tous les 5 à 10 jours, comme dans le cas de la pêche.

Ce bilan fait apparaître un besoin de variétés nouvelles, alliant qualité des fruits et potentiel agronomique, afin de fournir pour chacune des zones de production une gamme variétale complète, couvrant au moins 6 à8 semaines, afin d'exploiter complètement le potentiel de production national qui peut s'étendre sur plus de trois mois. Sachant que les besoins des consommateurs et des commerciaux évoluent, on assiste parallèlement à un vieillissement variétal. C'est ainsi que les premiers matériels sélectionnés à l'INRA, par sélection clonale (Huet, 1961) sont aujourd'hui obsolètes.

Pour répondre à cette attente, nous devons prolonger nos programmes de création variétale et utiliser au mieux les techniques d'amélioration connues, et le matériel génétique dont nous disposons, dans les collections de l'INRA (Crossa Raynaud et Audergon, 1989).

Ces génotypes intègrent l'ensemble de la diversité commerciale nationale, et des introductions de pays étrangers. Leur examen révèle une très grande variabilité pour l'ensemble des variables qui nous intéressent.

L'exploitation de cette variabilité par la recombinaison et le cumul des caractères dans des génotypes

d’intérêt fait parte intégrante de la démarche d’amélioration variétale entreprise par l’INRA sur cette espèce.

Pour cela, plusieurs méthodes d’amélioration variétale existent, chacune d’entre elles possède des points positifs et négatifs qui les prédisposent ou non à être utilisés selon les espèces considérées et les objectifs ciblés.

V - <u>METHODES DE CREATION VARIETALE</u>

A - <u>La variation somaclonale</u>

Cette technique, qui utilise la culture in vitro de cellules déréprimées, permet d’obtenir des variations phénotypiques par voie non sexuée. Elle permet notamment de tirer parti de la part du génome que la plante n’exprime pas naturellement au cours de son développement. Utilisée depuis longtemps sur vigne, elle est actuellement exploitée sur poirier, pour rechercher des individus résistants au feu bactérien (Chevreau, 1991, 1996, 1997, Chevreau et *al*, 1999).

Elle permet d’obtenir de nouveaux phénotypes à partir d’un même génotype, en favorisant l’expression de gènes non exprimés classiquement chez le parent. On obtient ainsi :

de nouveaux phénotypes sans apports génétiques étrangers, ce qui permet d’exploiter la variabilité intra-clônale, intéressante dans le cadre d’A.O.C. chez la vigne ou les contraintes variétales sont importantes.

Son intérêt dans le cas des plantes fruitières est évident dans la mesure où la multiplication végétative permet potentiellement une diffusion rapide du clone d’intérêt après son identification. Il reste néanmoins limité par la difficulté de régénération des plants, à partir de suspensions cellulaires ou de fragments tissulaires.

B - <u>La fusion de protoplastes</u>

Cette méthode permet de créer de nouveaux génotypes en fusionnant les contenus cellulaires de deux cellules. Elle permet d’hybrider des individus génétiquement éloignés, et d’obtenir des recombinaisons impossibles par voie sexuée (ex : la Pomate). Elle est utilisée sur les plantes annuelles et bisannuelles (moutarde,…). Actuellement elle est exploitée chez les plantes fruitières pour l’amélioration des vieilles variétés de poirier (Ochatt et Chevreau, 1991).

Elle semble particulièrement intéressante dans le cas où on cherche à associer des caractères présents dans des espèces différentes et notamment pour la sélection de porte-greffe lorsque des barrières à la reproduction sexuée empêchent toute recombinaison. Malheureusement, la maîtrise des méthodes *in vitro* et la régénération des plants restent des verrous à ce jour non surmontés pour les espèces fruitières.

C - <u>La transgénèse</u> :

Cette méthode a pour principe d’induire un ou plusieurs gènes surnuméraires, dans le génome d’un organisme. L’intégration physique du caractère dans la plante peut se faire par voie biologique ou physique :
- par voie biologique, le gène d’intérêt est introduit dans un plasmide qui sert de vecteur, lequel est introduit dans une bactérie désarmée (*agrobacterium tumefaciens ou agrobacterium risogenes*) (Mourgues et *al*, 1996 ; Mourgues et Chevreau, 1997),
- par voie physique, l’ADN du gène d’intérêt est fixé sur une bille de tungstène et bombardé dans les tissus.

L’obtention d’individus nouveaux se fait ensuite par régénération des tissus issus des cellules comportant le transgène (feuilles ou racines). La sélection des individus étant effectuée sur la présence du transgène dans les tissus puis ensuite sur l’expression du trangène dans la plantes obtenues.

Cette méthode ciblée, permet en théorie de modifier un organisme sur un seul caractère à la fois, ce qui doit simplifier et raccourcir la phase de sélection qui suit. Elle présente un intérêt potentiel évident pour les plantes fruitières à multiplication végétative qui est l’obtention d’amélioration ciblées sur des caractères d’intérêt majeur (résistance aux parasites (Brisset et *al*, 1998)).

Travaillée depuis longtemps sur plantes annuelles comme le maïs, le colza ou la moutarde (Chèvre et *al*,1998), elle est actuellement à l’étude en vue d’améliorer la résistance du poirier au feu bactérien (Chevreau et *al*, 1999, 1997, 1991, Reynoird et *al*, 1998 a et b), et celle du prunier à la sharka par l’intégration d’une partie de la protéïne capside du virus (Plum Pox Virus) (Ravelonandro et *al*, 1988, 1992,1993, 1994, 1995), (Dunez et *al*, 2002).

Cette méthode permettant une amélioration ciblée et généralement ponctuelle, se heurte actuellement à deux obstacles majeurs :
1 - sur un plan scientifique et technique, la régénération des tissus transformés et donc l’élaboration de plante, alors qu'il est envisageable de régénérer sans trop de difficultés un matériel issus de semis (juvénile) (Escalette, 1994).
2 – sur un plan sociologique, l’opposition du public qui perçoit mal le développement des Organismes Génétiquement Modifiés (OGM).

Elle reste néanmoins un outil de choix pour analyser les relations gènes * fonctions et ainsi progresser dans l’acquisition de connaissances destinées à optimiser les méthodes de sélections créatrices.

D - <u>La mutagénèse</u>

Cette méthode consiste à appliquer à des organes (en général graines, ou rameaux), des traitements physiques, (en général irradiation au cobalt 60),voire chimiques (traitement au méthane sulfonate d'éthyle…) afin de provoquer des mutations (altérations ponctuelles du génome qui peuvent êtres géniques, chromosomiques ou génomique).

Les principales limites de cette méthode résident dans le fait que les résultats obtenus sont aléatoires. Ils permettent néanmoins l'acquisition de caractères nouveaux susceptibles d'apporter une amélioration ponctuelle d'un cultivar.

Dans le cas des espèces fruitières, les mutations naturelles sont à l'origine d'une grande partie des variétés de pommes inscrites au catalogue officiel des variétés (CTPS, 2002). Dans le cas de l'abricotier, des irradiations de rameaux d'abricotier, de la variété « Beliana » ® Sayeb (cov) ont permis d'obtenir de nombreux génotypes variants pour des caractères comme la couleur de fond des fruits, la date de floraison des arbres (Legave et Garcia, 1988). Les sujets mutés sont apparus significativement différents de la variété d'origine, mais malheureusement les gains phénotypiques étaient nettement inférieurs à ceux obtenus par recombinaison et de surcroît impossible à cibler.

Après identification des mutations, une difficulté réside dans leur récupération, qui est effectuée par greffage, et leur stabilisation, qui demande du temps et des contrôles répétés. Une fois la stabilisation opérée, la multiplication par greffage permet l'obtention d'un individu conforme.

E - <u>La multiplication sexuée</u> : (Recombinaison classique)

C'est la méthode d'amélioration la plus largement utilisée chez les espèces fruitières (hors agrumes). Elle permet la recombinaison de tous les caractères à la fois, mais par là même devient relativement lourde lorsque doit s'exercer la sélection sur l'ensemble des caractères (Audergon, 1987 a, Audergon, 1987 b, Audergon, 1987 c, Guerriero et *al*, 1991).
Trois types de multiplication sexuées sont utilisés :

1- Le semis libre :

Cette méthode consiste à récolter des graines de l'espèce, sans s'intéresser à leur origine et a en effectuer le semis, les sujets sont ensuite sélectionnés normalement.

Le principal avantage de cette méthode est le coût très faible de fabrication du matériel. Les graines peuvent être récupérées gratuitement dans les déchets de conserverie, il est parfois aussi le seul recours pour utiliser des semences dont on a perdu accidentellement l'origine et dont on désire maintenir la diversité.

Il ne permet ni de cibler les objectifs, ni de faire la moindre étude génétique précise, si ce n'est à l'échelle de populations. Mais il s'agit d'une méthode simple qui permet d'introduire en collection et sans risques sanitaires des ressources génétiques.

2 - Le semi de mère connue :

Il consiste à semer des graines d'un cultivar connu, sans s'intéresser au géniteur mâle associé. Il permet de créer de la variabilité à partir d'une variété connue, on peut espérer retrouver dans la descendance les caractères intéressants possèdes par la mère. Ce procédé est d'autant plus utilisé que l'espèce travaillée est autogame, et donc plus susceptible de fournir une descendance homogène, et d'un niveau agronomique proche de celui du géniteur femelle (pêcher).

Chez l'abricotier, dont les cultivars sont très hétérozygotes, les descendances issues de ce type de semis ne présente pas un niveau moyen supérieur à celles issues d'un semis libre.

3 - L'hybridation contrôlée

Dans ce cas les deux géniteurs, mâle et femelle sont connus, et la fécondation ce fait de manière contrôlée (castration des organes mâles de la fleur, apport au pinceau de pollen pur). La fabrication du matériel est d'un coût élevé, et demande un certain savoir faire, on peut être limité par des problèmes de concordance de floraison, d'incompatibilité pollinique, et de stérilité. Mais les deux géniteurs étant connus, on peut cibler les objectifs à atteindre et étudier le déterminisme génétique des caractères au travers des dispositifs de croisements adaptés. Dans le cas particulier de l'introgression d'un ou quelques gènes, ce qui est fréquent chez les espèces fruitières, on peut utiliser un cas particulier d'hybridation le rétro croisement.

Cette méthode permet d'effectuer des gains génétiques substantiels dans le cas où la plupart des caractères d'intérêt sont fixés et ou vont se recombiner des caractères quantitatifs. Elle permet à moindre coût d'obtenir des populations dérivées d'une variété connue dont l'intérêt pourrait être particulièrement intéressent.

Les possibilités d'exploitation pratique de cette méthode sont très directement fonction du niveau d'hétérozygotie de l'espèce et de son régime de reproduction.

Le rétro-croisement est une introgression génétique de un ou quelques gènes dans une population de haut niveau. La méthode est utilisée pour l'amélioration de populations ou de clones de bonne qualité mais présentant un ou quelques caractères indésirables à déterminisme simple.

- Le caractère favorable recherché est introduit par croisement de la variété à améliorer par une variété donneuse

possédant les gènes désirés dans un génotype qui peut-être par ailleurs quelconque,
- Par une série de croisement en retour des descendances successives possédant le caractère favorable avec la variété à corriger, appelée variété récurrente, le génotype initial est finalement retrouvé. Il a incorporé le ou les gènes correcteurs.
- Le retour vers le génotype initial est obtenu avec la même vitesse de progression vers l'homozygotie que par des générations d'autofécondations successives. Le nombre de générations nécessaires dépend par conséquent des quantités de gènes par lesquelles différaient la variété récurrente et la variété donneuse.

Cependant, le croisement continu et dirigé par le génotype récurent permet de retrouver en définitive à coup sûr la variété à l'état homozygote, et non une combinaison intermédiaire des génotypes donneurs et récurrents. La méthode peut ainsi être conduite en générations accélérées (serres…), le seul problème de sélection portant sur le caractère à introduire. La méthode du rétro – croisement est très fréquemment utilisée pour l'amélioration spécifique d'une variété pour un caractère important ou pour la correction d'un défaut par exemple : introduction de la résistance à une maladie ou à une nouvelle souche d'un parasite ou encore introduction de caractères technologiques (ex : résistance à la tavelure chez le pommier, à la sharka chez l'abricotier).

De manière synthétique, le choix de la ou des méthodes de gestion de la diversité génétique à utiliser va donc dépendre des objectifs recherchés, de l'espèce considérée et ses caractéristiques biologiques et physiologiques, de l'étendue de la variabilité disponible et du niveau d'hétérozygotie des cultivars.

S'agissant de l'espèce abricotier, elle est caractérisé par une large variabilité, notamment par rapport à une autre rosacée fruitière comme le pêcher, un fort niveau d'hétérozygotie vérifié tant d'un point de vue phénologique que d'un point de vue moléculaire.

- Dans une perspective d'amélioration génétique et à des fins de création variétale des perspectives très intéressantes existent par l'utilisation de l'hybridation sous réserve d'acquérir des éléments de base sur les déterminants génétiques des principaux caractères d'intérêt.
- La mutagenèse induite, de par son aspect aléatoire, est à exclure.
- L'exploitation de la variation somaclonale et de la fusion de protoplastes, ne se justifie pas compte tenu de la variabilité génétique susceptible d'être exploité par recombinaison, de l'absence de contrainte réglementaire et des verrous scientifiques et techniques liés à régénération des plants.
- La transgénèse, peu adaptée a *priori* à la création variétale, vu les possibilités offertes par l'hybridation, reste une technique qui pourrait demain présenter un intérêt majeur dans l'introgression de caractères particuliers comme la résistance au parasite (ex : Sharka) tout en permettant de conserver la valeur générale du cultivar de base.

VI <u>METHODES DE SELECTION UTILISEES EN ARBORICULTURE FRUITIERE</u>

Les méthodes de sélection classique, destinées à la production de semences (blés, maïs etc..), ne sont pas adaptées à la sélection des arbres fruitiers, qui sont multipliés par la voie végétative. Le bouturage ou le greffage permettent dans ce cas de diffuser un clone ce qui libère le sélectionneur de l'obtention de lignées.

Chez les espèces fruitières, le processus de sélection vise à identifier et maintenir le cultivar le plus intéressant au titre de sa valeur agronomique. Le cultivar fruitier étant multiplié par voie végétative (greffage le plus souvent), il va s'agir d'un clone. La sélection associée va donc reposer sur la recherche du ou des clones les plus performants : il s'agit donc d'une sélection sur les individus qui diffère sensiblement de la sélection sur des population qui va exister chez les plantes annuelles de grande culture ou maraîchères, ou chez la plupart des plants forestiers.

Classiquement deux méthodes de sélection créatrice sont utilisées chez les espèces fruitières :

- la sélection clonale,
- la sélection améliorante.

Elles sont complétés par une phase de sélection conservatrice destinée à assurer le maintien en l'état du ou des clones sélectionnés, tant pour ce qui concerne leur patrimoine génétique que pour leur état sanitaire. Cette mission d'ensemble comportant l'évaluation agronomique et la multiplication est encadrée par la charte d'expérimentation fruitière établie par la Fédération Nationale de Producteurs de Fruits (FNPF), le Centre Inter-professionnel des Fruits et Légumes (CTIFL), et l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).

A - <u>La sélection clônale</u>

La sélection clonale, vise à identifier dans une population le ou les clones les plus intéressants. Elle a souvent été la première étape dans le processus d'amélioration génétique dans les zones traditionnelles de culture horticole.

Traditionnellement elle repose sur 4 étapes :
1 – définition des caractères sur lesquels portent l'évaluation du matériel végétal,
2 – prospection des clones dans les zones considérées,
3 – établissement de collections dans des zones représentatives après vérification des états sanitaires afin de comparer entre eux les clones rassemblés,

4 – identification et multiplication du ou des clones sélectionnés.

Elle prend appui sur l'existence d'une variabilité dans les populations localement cultivées, variabilité issue soit de mutations, soit de recombinaisons non contrôlées, et elle vise à collecter et analyser cette diversité afin d'en extraire le ou les clones les plus performants.

B - La sélection améliorante

Alors que la sélection clônale proprement dite s'appuie sur la variabilité existante, l'introgression de caractères nouveaux ou l'adaptation des gammes actuelles aux exigences du marché requièrent l'utilisation d'une variabilité souvent plus large et le recours à la sélection après une phase de recombinaison des caractères d'intérêt. Selon la nature et la complexité des caractères travaillés, des plans de croisements et des schémas de sélection variés pouvant être utilisés pour progressivement accroître le niveau général des populations travaillées et *in fine* dans le cas des espèces fruitières, identifier le ou les clones intéressants en vue d'une multiplication et d'une commercialisation.

C – **La sélection conservatrice**

-

Une fois un clone bien identifié pour ces caractéristiques agronomiques et évalué dans différents sites représentatifs de la zone de culture, et suivant un cahier des charges proche des conditions conventionnelles de productions, pour éviter une distorsion avec les pratiques des arboriculteurs, ce clone doit être multiplié et diffusé.

Deux risques existent lors de cette phase de multiplication :

1 – La maîtrise de l'authenticité variétale.

Le fait de ne pas multiplier le clone sélectionné soit qu'il y aura eu une mutation du clone initial, soit parce qu'une erreur d'arbre aura conduit à la multiplication d'un mauvais clone. Pour pallier ce problème, une multiplication par filiation organisée et contrôlée sous l'égide du ministère a été développée et une carte d'identité morphologique est établie pour chaque clone multiplié sous certification.

2 – La maîtrise de l'état sanitaire du clone.

Le contrôle de l'état sanitaire des plants est déterminant à l'origine, mais aussi tout au long du processusde multiplication des plants jusqu'au verger dans la mesure ou il fait passer des risques important à l'ensemble de la filière. Pour pallier ce problème les plants initiaux sont contrôlés par des organismes agréés (INRA, SPV ou CTIFL), l'environnement des sites de multiplication fait l'objet de surveillance et des tests systématiques par sondages sont mis en œuvre pour évaluer les états sanitaire des plants de base destinés à l'élaboration des scions fruitiers.

La sélection conservatrice est actuellement développée sous contrôle du Ministère de l'Agriculture dans le cadre de la certification fruitière.

Contraintes propres à la sélection de l'abricotier

Espèce fruitière pérenne et de grand volume, l'abricotier se développe correctement et donc doit être étudiée pour ses performances agronomiques en condition de verger, et au cours de plusieurs cycles végétatifs de manière à rendre compte de la régularité de production indispensable pour le producteur.

Espèce peu plastique, l'abricotier doit être travaillé dans chacune des zones potentielles de culture, ce qui impose aux améliorateurs le développement et l'utilisation de programmes d'évaluation multi-locaux (Crossa Raynaud, 1961, Brun, 1987, Bassi et Guerriéri, 1997).

L'architecture des arbres étant complexe, les fruits portés par un même arbre sont potentiellement différents selon la situation des organes qui les portent, ce doit être prit en compte d'une part dans l'analyse de la variabilité de la production et d'autre part dans l'établissement des procédures d'échantillonnage utilisée pour caractérisées les performances des arbres en question (Demoliens,1986).

Enfin, contrairement au pêcher (*Prunus persica*) l'abricotier (*Prunus armeniaca*) de semis connaît une phase juvénile longue (2 à 5 cycles végétatifs) et très marquée (présence d'épines, incapacité à produire etc…) dont il sort de manière progressive (première mise à fruits aux caractéristiques différentes des suivantes, quelque soit l'âge de l'arbre au moment ou elle apparaît (Saunier, 1986)). Ainsi, pour comparer les productions des hybrides, il faut tenir compte non seulement de l'age des arbres qui les portent, mais aussi du rang des productions étudiées dans l'ordre des productions de ces arbres.

Par conséquent, la prise en compte des variations interannuelles, des aspects liés à l'adaptation régionale, tout comme les variations intra arbres dues au volume des arbres doivent inévitablement êtres pris en considération dans les processus de décision et d'échantillonnage adaptés (Vanucci,1993, Demolliens, 1986).

Il est donc indispensable d'intégrer ces contraintes et de déterminer leur limites, en comparant les observations effectuées sur du matériel homogène (même âge, récolte de même rang) et cultivé dans des conditions similaires, pour pouvoir s'en affranchir et accéder aux caractéristiques génétiques propres des matériels végétal que ce soit pour choisir des géniteurs pour un programme d'amélioration, ou pour étudier les déterminants génétiques des caractères.

VII - ETUDE DES DETERMINANTS GENETIQUES DES CARACTERES D ‘INTERET AGRONOMIQUES

Connaître le déterminisme génétique des caractères étudiés, et l’aptitude à la combinaison des géniteurs utilisés, permet de recombiner au mieux ces caractères au sein de plans de croisements ciblés, et de renforcer ainsi l’efficacité de la sélection créatrice.

Chez le pêcher 31 caractères phénotypiques à hérédité mendélienne ont été décrits, ainsi que 10 systèmes enzymatiques polymorphes (Monet, 1996). Pour exemple on notera la nature monogénique récessive du caractère « port pleureur » (Monet, 1988), le caractère monogénique dominant du caractère « résistance au puceron vert du pêcher » (Monet,1994). Toutefois peu de travaux ont été réalisés sur les critères liés à la valeur agronomique du maté riel à l’exclusion de ceux développés par Okie et Hanshe sur pêcher et cerisier aux états unis.

Sur abricotier les travaux sont encore plus limités et circonscrits à quelques caractères d’intérêt agronomique liés à la qualité des fruits de qualité (Buisson, 1998), à la régularité de production (autocompatibilité pollinique) (Burgos, et *al* 1997) et à la résistance aux maladies (Sharka) (Lefèvre, 1996). Mais aucune étude globale prenant en compte l’ensemble des caractères d’intérêt agronomiques et la diversité génétique disponible n’a été jusqu’alors réalisée, vraisemblablement du fait de l’étendue de la diversité de l’espèce et de son manque d’adaptation. Toutefois l’intérêt des professionnels pour la culture impose un regard critique et une optimisation des procédures d’amélioration et de sélection.

Dans un tel contexte, composé des contraintes liées aux plantes pérennes, de celles plus particulières liées à l’abricotier intégrant notamment le fait que les connaissances de base sur la transmission des caractères chez l’abricotier son limités et en aucun cas ne permettent une gestion globale de l’ensemble des caractères participant à la valeur agronomique, vue la demande sociale exprimée par les professionnels en terme de complémentation et d’adaptation des gammes de variétés aux nouveaux besoins des consommateurs, il devient important et utile de se doter d’outils d’aide à la décision pour l’orientation future de plans de croisements.

Pour ce faire, nous nous proposons aujourd’hui d’étudier les déterminants génétiques de ces variables agronomiques et leur stabilité sur un fond génétique représentatif de l’ensemble des populations actuellement connues et utilisées par les améliorateurs. Ce dispositif diallèle mis en place depuis quelque années sur le terrain et sur lequel des variables représentatives des performances agronomiques ont été enregistrées va servir de base à cette analyse.

Ces variables enregistrées au champ (floribondité, etc..), dépendent des aléas climatiques et demandent le recueil de plus de données, donc plus de temps et de recul, mais sont indispensables pour toute suite à donner.

BIBLIOGRAPHIE

AUDERGON, J.M, SOUTY, M, BREUILS, L, REICH, M, DUFFILOL, J.M.(1991) - Recherches sur les déterminismes génétiques associés aux paramètres de qualité des fruits chez l’abricot .Pages 89 à 98 in Commission des Communautés Européennes, *Programme de recherches AGRIMED, deuxième rencontre sur l abricotier, Avignon du 27 au 31 mai 91*.Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, Luxembourg. 239 pages.

AUDERGON, J.M., SOUTY, M, (1994). - Influence des facteurs génétiques et des conditions environnementales sur la qualité des fruits à la récolte. Pages 101-125 in VENDREL, M, AUDERGON, J.M. (eds.).*Qualité post-récolte et produits dérivés chez les fruits à noyau.* CIHEAM – IRTA. La Pareria. 216 page.

AUDERGON, J.M., (1997)- Programme d’amélioration variétale de l’abricotier en France. Situation variétale et perspectives d’amélioration. Pages 34-35. In Eur 10935- *programme de recherche agrimed- Réunion constitutive du réseau d’amélioration variétale et sanitaire de l’abricotier (RAVSA).* Office des publications officielles des communautés européennes, Luxembourg. 252p.

AUDERGON, J.M., (1997)- Quelques réflexions relatives au programme d’amélioration et de sélection. Pages 43-46. In Eur 10935- *programme de recherche agrimed- Réunion constitutive du réseau d’amélioration variétale et sanitaire de l’abricotier (RAVSA).* Office des publications officielles des communautés européennes, Luxembourg.. 252p.

AUDERGON, J.M., (1997). - Eléments de réflexion pour la stratégie dans l’amélioration variétale des arbres fruitiers (exemple de l’abricot). Pages 43 –66 *in 6° colloque sur les recherches fruitières*. INRA, CTIFL, Bordeaux, 232p.

BASSI, D., GURRIERI, F. (1997). - Valutazion di nuove cultivar de sélection di albicocco. *Rivista di fructicoltura e di ortofloricoltura*.[mag]Bologne. **Vol LIX** . Page 22 à 28.

BRISSET, M.N., MOURGUES, F., CHEVREAU, E., (1998) - /cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00010709. *Brochure des résumés de communications* 3. Rencontre de Phytobactériologie, Aussois (FRA);1998/01/11-15-23.

BRETAUDEAU, J., (1981) - /cgi-bin/Intranet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/OUV/txtoweb.conf+OUVRAGES+INTOUVFB+36475. Bailliere, J.;Paris (FRA) vol. 4; 247 p.

BRUN, L ., (1988) - *Acclimatation chez l'abricotier influence des facteurs génétiques et pédoclimatiques sur la résistance stomatique*. [mem de DEA de la faculté ST Jérôme de Marseille], DEA des écosystèmes continentaux Méditerranéens, Station de Bioclimatologie, Station de Recherches Fruitières Méditerranéennes. INRA Avignon. 31 pages.

BURGOS L., EGEA J., GUERIRRIERO R., VITI R., MONTELEONE P., AUDERGON J.M., 1997. The self-compatibility trait of the main apricot cultivars and new selections from breeding programmes. J. Hortic. Sci. 72 (1) 147-154.

BUISSON, G., (1998) – *Les déterminants génétiques de la qualité chez l'abricot*. .[mem de l'ENESA de Dijon], Station de Recherches Fruitières Méditerranéennes. INRA Avignon. 33 pages.

CENTRE TECHNIQUE INTERPROFESSIONEL DES FRUITS ET LEGUMES [ed] (1998) – *Abricot les variétés, mode d'emploi*. Ctifl. Paris. 254 pages.

CHEVRE, A.M., EBER, F., RENARD, M., (1998) - /cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00012160 Colloque de la Société Française de Génétique *: Diversité génétique et ressources génétiques"*;(FRA);1998/05/11-12.1 p.

CHEVREAU, E., (1991) - /cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00048738. Revue du Palais de la Découverte (FRA). vol. 20 no. 192;13-20.

CHEVREAU, E., (1996) - /cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00019706. Pages 69-75 *Fruit tree diseases and varietal resistance 10. Colloque sur les recherches fruitières*;Angers (FRA);1994/03/15-16,CTIFL;Paris (FRA)

CHEVREAU, E., (1997) - /cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00015642. Arboriculture Fruitière (FRA), no. **501**;43-47.

CHEVREAU, E., MOURGUES, F., REYNOIRD, J.P., BRISSET, M.N., (1999) - /cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00005480 *Acta Horticulturae (NLD)*, International workshop on fire blight;Kusadasi (TUR);1998/10/12-15 .**no. 489**;297-300

COURANJOU, J., (1980) – Origine de l'Abricotier. Page 3 à 6 in CTIFL - INVUFLEC, *l'Abricotier*. CTIFL,Paris. 219 pages.

CROSSA-RAYNAUD, P., (1961) - L'Abricot et le climat. Pages 55 – 58. in INRA, *Journées nationales de l'Abricotier*. Editions INRA, Toulouse. 170 pages

CROSSA RAYNAUD, P.;AUDERGON, J.M., (1989) - Some reflexions on apricot selection. 41-62 *in* ISHS;International Society for Horticultural Science,Wageningen, *International Symposium on apricot culture*. ISHS, Wageningen.472.

C.T.P.S., (2002) – *Catalogue officiel des espèces et variétes.* [tome 3 arbres fruitiers], Géves, Guyancourt. 67 P.

DEMOLIENS, B. (1986) – *Contribution à l'étude de l'échantillonnage des fruits pour des critères de qualité : cas de l'Abricotier*. [mem de l'ENITHP d'Angers], Station de Recherches Fruitières Méditerranéennes. INRA Avignon. 39 pages.

DUNEZ, J., DOSBA, F., RAVELONENDRO, M., AUDERGON, J.M., 2002. Quelles stratégies pour combattre la sharka. Réussir Fruit et Légumes, Juillet-Aout 2002, 209, 46-48.

ESCALETTES, V, (1994) - Régénération et transformation de cultivars de Prunus par Agrobacterium spp. en vue de l'introduction du gène codant pour la capside du virus de la sharka (Plum pox potyvirus), [Thèse (Dr d'Université)].INRA; Institut National de la Recherche Agronomique; Station de Recherches Fruitières; Bordeaux (FRA);Université de Bordeaux II; Bordeaux (FRA).128p.

FAUST. M. SURANYI. D., & NYUTO.F., (1996) - Origin and dissemination of Apricot . Page 225 à 266. In *Horticural Reviews*, [vol 22].

GUERRIERO, R, MONTELEONE, P, MARROCCO, F., (mai 91) - Création de variété d'abricotier à floraison tardive : Problèmes et perspectives. Pages 51 à 62 in Commission des Communautés Européennes, *Programme de recherches AGRIMED, deuxième rencontre sur l abricotier, Avignon du 27 au 31 mai 91.* Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, Luxembourg. 239 pages.

HERBEZ., F, GIRAULT DE SAINT-FARGEAU.A., JOANNE. P., VATTIER D'AMBROYSE. V., (1995) – *Narbonne et son histoire*. Les éditions du bastion, Narbonne.108 pages.

HUET, J., (1961)- La sélection clônale de la variété Rouge du Roussillon. Pages 81 – 89 inINRA, *Journées nationales de l'Abricotier*. Editions INRA, Toulouse. 170 pages.

LEFEBRE , M., (1996) – Résistance génétique à la sharka chez l'abricotier approche du déterminisme génétiquedesmécanismes de résistance. Mémoire d'ingénieur ENSSAD, 57p.

LEGAVE, J.M., GARCIA, G., MARCO, F. (1984) – Interférence des conditions de température et des besoins variétaux en froid et en chaleur sur la détermination de la fin de la dormance puis de la floraison de diverses variété d'abricotier dans l'aire de culture française. *Fruit* ,vol 39, n°**6** : 399-410.

LEGAVE, J.M., GARCIA, G (1988). Radiosensibilité de rameaux greffons d'abricotier exposés à un rayonnement gamma aigu et observation en pépinière d'une deuxième génération végétative de bourgeons irradiés. Agronomie, ISSN 0249-5627,France, **vol 8 n° 1** : 55-59.

MONET, R., BASTARD, Y., et GIBAULT, B., (1988) – Etude génétique du caractère port pleureur chez le pêcher. *Agronomie*, **8** (2) : 127-132.

MONET, R., et MASSONIE , G., (1994) – Déterminisme génétique de la résistance au puceron vert (*mysus percicae*) chez le pêcher. *Agronomie*, **14** (3) : 177-182.

MONET, R., GUYE, M., ROY, M., et DACHARY, N. (1996) – Peach mendelian genetics : short review and new results. *Agronomie*, **16** (5) ;321-329.

MOREAU-RIO, M.A., (2001) – perception and consumption of apricots. *XII international symposium on apricot culture and decline*. Avignon (France). September 10-14, 2001. Recueil des communications.in press.

MOURGUES, F.;CHEVREAU, E.;LAMBERT, C.; de BONDT, A, (1996) -/cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00022742.Plant Cell Reports (DEU), no. 16;245-249.

MOURGUES, F.; CHEVREAU, E, (1997) - /cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00017302Altman, A.;Ziv, M.;Horticultural biotechnology in vitro culture and breeding;Acta Horticulturae (NLD). 3. International ISHS symposium;Jérusalem (ISR); vol**. 47**1996/06/16-21;355-359

OCHATT, S., CHEVREAU, E. (1991) - /cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00049388. 8. *International Protoplasts Symposium;Uppsala* (SWE);1991.1 p.

RAVELONANDRO, M., VAEVERI, C. DELBOS,R., DUNEZ, J.,(1988) – Nucleotide sequence of the capsid protein gene of plum pox potyvirus. *Journal of GeneralVirology* **69**, 1509-1516.

RAVELONANDRO, M., MONSION, M., TEYCHENEY, P.Y., C. DELBOS,R., DUNEZ, J.,(1992) – Construction of a chimeric viral gene expressing plum pox protein. *Gene* **120**, 167-173.

RAVELONANDRO, M., MONSION, M., C. DELBOS, R., DUNEZ, J.,(1993) – Variable resistance to plum pox virus ond potato virus Y infection trangenic Nicotiana plant expressing plum pox virus coatprotein. *Plant science* **91**, 157-169.

RAVELONANDRO, M., SCORZA, R., CALLAHAN, A., CORDTS, J., MONSION, M., FUCHS, M., C. DELBOS,R., BACHELLIER, J., GONZALVES, D., DUNEZ, J.,(1994) – Production of plants of *Nicotiana benthamian*a and *prunus domestica* transgeneic for plum pox potyvirus coat protein and demonstration of PPV resistance in transformed *Nicotiana benthamiana* .*EPPO bulletin* **24,** 713-719.

RAVELONANDRO, M., SCORZA, R., CALLAHAN, A., CORDTS, J., BACHELLIER, J., GONZALVES, D., DUNEZ, J.,(1995) – Genetic engineering plum pox virus coat protein gene in plants. *Acta horticulturae* **386**, 327-330.

REYNOIRD, J.P., MOURGUES, F., ALDWINCKLE, H.S., BRISSET, M.N., CHEVREAU, E., (1998) - /cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00010730. *IWFB 98 : Abstracts 8. International Workshop on fire blight*; Kusadasi (TUR);1998/10/12-15.45

REYNOIRD, J.P., MOURGUES, F., BRISSET, M.N.,CHEVREAU, E., (1998) - /cgi-bin/Internet/Produits/webtexto/cmdlist?/usr/local/www/apache/conf/webtexto/PUB/txtoweb.conf+PUBNEW+INTPUBNEW+00010711.*4. Rencontre du groupe " Biologie moléculaire des ligneux*";Pierroton (FRA);1998/03/25-26,1 p.

SAUNIER, L., (1988) – *Définition des domaines de stabilité des critères de présélection chez l'abricotier*.[mem de l'ENITHP d'Angers], Station de Recherches Fruitières Méditerranéennes. INRA Avignon. 35 pages.

VANUCCI, J., (1993) - *Influence de l'année sur les critères de qualité de l'abricot. Caractérisation. Conséquences en terme de sélection.* [Mem de l'ENITA de Bordeaux],Station de Recherches Fruitières Méditerranéennes. INRA Avignon. 48 pages.

WANG, Y.Z.,(2001) - Abricot germplasm resources in china .*XII international symposium on apricot culture and decline*. Avignon (France). September 10-14, 2001. Recueil des communications.in press.

ZIEGELBAUM, H., (1992) - *Identification et place des critères de qualité dans un programme d'amélioration variétale de l'abricotier*.[mem de maîtrise de l'univ d'Angers], Station de recherche Fruitières Méditerranéennes, Station de Technologie des Produits Végétaux. INRA Avignon. 30 pages.